

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

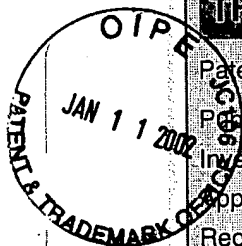
ELECTRO-OPTIC MODULE AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

Patent Number: ☐ WO0028362
Publication date: 2000-05-18
Inventor(s): KRAGL HANS (DE)
Applicant(s): KRAGL HANS (DE); HARTING ELEKTRO OPTISCHE BAUTE (DE)
Requested Patent: ☐ DE19861162
Application Number: WO1999EP08485 19991105
Priority Number(s): DE19981051265 19981106
IPC Classification: G02B6/42
EC Classification: G02B6/42C5P2, G02B6/42C3R
Equivalents:

Abstract

The invention relates to a module that contains a printed board (10) and an optic component (54, 56, 58), whereby the printed board (10) is provided with at least one electro-optic component (16), at least one strip conductor (24) for connecting the electro-optic component (16), and a three-dimensional, microstructured means of adjustment (12), in relation to which the electro-optic component (16) is arranged in a precise manner. A three-dimensional means of positioning (52) is provided on the optic component (54, 56, 58) and cooperates with the means of adjustment (12) on the printed board (10) in such a way that the optic component (54, 56, 58) is coupled to the electro-optic component (16) of the printed board (10) in a precise manner. The electro-optic component (16) is received in a recess (14) of the printed board. According to one embodiment, the optic component is an optical fibre (58).

Data supplied from the esp@cenet database - 12





19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Off nl gungsschrift
10 DE 198 61 162 A 1

51 Int. Cl.7:
H 05 K 3/00
G 02 B 6/42

21 Aktenzeichen: 198 61 162.5
22 Anmeldetag: 6. 11. 1998
43 Offenlegungstag: 29. 6. 2000

DE 198 61 162 A 1

71 Anmelder:
Harting Elektro-optische Bauteile GmbH & Co. KG,
31162 Bad Salzdetfurth, DE
74 Vertreter:
Prinz und Kollegen, 81241 München

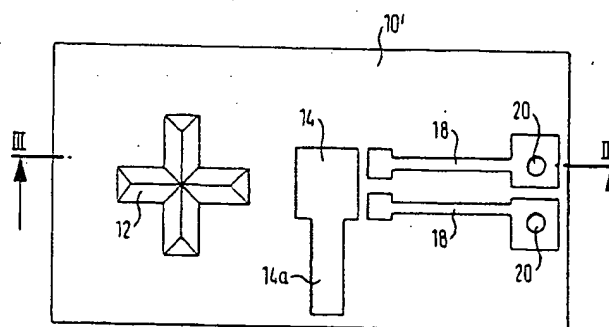
62 Teil aus: 198 51 265.1
72 Erfinder:
Kragl, Hans, Dr., 31199 Diekhofen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte sowie Leiterplatte

57 Zur rationellen Herstellung einer Leiterplatte wird das folgende Verfahren vorgeschlagen: Zunächst wird in einem Abformverfahren ein Leiterplatten-Rohling (10') bereitgestellt, der an seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut (18) versehen ist. Dann wird die Oberfläche des Leiterplatten-Rohlings mit einer dünnen Metallisierung versehen. Anschließend wird die Metallisierung der Oberfläche abgetragen, so daß sie nur in der Nut übrigbleibt. Schließlich wird die dünne Metallisierung verstärkt. Eine Leiterplatte, die nach einem solchen Verfahren hergestellt sein kann, besteht aus einem Abformteil, das auf seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut (18) versehen ist, in der eine Leiterbahn (24) angeordnet ist, die aus einer Metallisierung besteht.



DE 198 61 162 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte sowie eine Leiterplatte.

Es sind verschiedene Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten bekannt. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, das eine rationelle Fertigung von Leiterplatten ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte vorgeschlagen, das die folgenden Schritte enthält: Zunächst wird in einem Abformverfahren ein Leiterplatten-Rohling bereitgestellt, der an seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut versehen ist. Anschließend wird die Oberfläche des Leiterplatten-Rohlings mit einer dünnen Metallisierung versehen. Dann wird die Metallisierung der Oberfläche abgetragen, so daß sie nur in der Nut übrigbleibt. Schließlich wird die dünne Metallisierung verstärkt. Auf diese Weise kann rationell eine Leiterplatte mit hoher Präzision hergestellt werden, da sämtliche Gestaltungen, die mit hoher Präzision ausgebildet werden müssen, in einfacher Weise von einer geeignet ausgestalteten Form abgeformt werden können. Bei diesem Verfahren muß der erhöhte Aufwand für die präzise Fertigung nur ein einziges Mal betrieben werden, nämlich für die Herstellung der Spritzgußform; die dort mit der erforderlichen Präzision ausgebildeten Gestaltungen werden dann in einfacher Weise mit derselben Präzision auf den Rohling abgeformt.

Wenn der Leiterplatten-Rohling spritzgegossen wird, wie dies gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen ist, werden eine Vertiefung zur Aufnahme eines elektro-optischen Bauteils sowie eine dreidimensionale Justiergestaltung von der Spritzgußform abgeformt, so daß sie ohne weitere Bearbeitungsschritte mit der erforderlichen Präzision erhalten werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Leiterplatte zum Anordnen des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung erwärmt wird. Die beim Erwärmen auftretende Wärmeausdehnung ermöglicht es, das Bauteil frei in die Vertiefung einzusetzen. Die beim Abkühlen auftretende Schrumpfung führt dann dazu, daß das elektro-optische Bauteil mit einer geeigneten Preßpassung sicher und zuverlässig in der Vertiefung gehalten ist, ohne daß weitere Schritte erforderlich sind. Alternativ ist auch möglich, die Leiterplatte zum Anordnen des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung derart zu biegen, daß sich die Vertiefung nach außen erweitert. Wenn die Leiterplatte dann mit eingesetztem elektro-optischen Bauteil wieder in ihre Ausgangsstellung zurückkehrt, legen sich die Wände der Vertiefung fest an das elektro-optische Bauteil an, das dann auf diese Weise fest in der Vertiefung gehalten wird.

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe wird erfindungsgemäß auch eine Leiterplatte vorgeschlagen, die aus einem Abformteil besteht, das auf seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut versehen ist, in der eine Leiterbahn angeordnet ist, die aus einer Metallisierung besteht. Eine solche Leiterplatte ist sehr viel einfacher herzustellen als herkömmliche Leiterplatten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Leiterplatte mit einer mikrostrukturierten Vertiefung versehen ist, in der ein elektro-optisches Bauteil angeordnet werden kann. Am Boden der Vertiefung kann ein Kühlkörper angeordnet sein. Dieser Kühlkörper dient dazu, die Verlustwärme von insbesondere elektro-optischen Sensorelementen abzuführen. Der Kühlkörper kann beispielsweise aus einer Metallschicht bestehen, die gleichzeitig mit der Metallisierung der Leiterplatte ausgebildet wird. In diesem Fall kann der Kühlkörper als einer der Anschlüsse für

das elektro-optische Bauteil verwendet werden, wenn diese mit dem Kühlkörper elektrisch leitend verbunden wird, beispielsweise durch Leitkleben.

Gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist weiterhin vorgesehen, daß eine Preßpassung zwischen dem elektro-optischen Bauteil und der Vertiefung der Leiterplatte vorliegt. Die Preßpassung gewährleistet das präzise Anordnen des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung, ohne daß zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung des elektro-optischen Bauteils erforderlich sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß das elektro-optische Bauteil eine rechteckige Grundfläche hat und die Vertiefung durch eine kreisförmige Aufnahmefräsbearbeitung gebildet ist, deren Abmessungen kleiner sind als die Diagonalen der Grundfläche, und daß vier Justierbohrungen vorgesehen sind, die den Ecken des Bauteils zugeordnet sind und deren Schnittkanten mit der Wandung der Aufnahmefräsbearbeitung zur präzisen Ausrichtung des Bauteils dienen. Mittels der Aufnahmefräsbearbeitung kann die Vertiefung des elektro-optischen Bauteils in sehr präziser Weise mit einer ebenen Grundfläche ausgebildet werden. Die Justierbohrungen ermöglichen es dann, das elektro-optische Bauteil in einer präzisen Ausrichtung in der Aufnahmefräsbearbeitung zu halten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß das elektro-optische Bauteil ein Licht ohne Vorzugsrichtung senkrecht zur Oberfläche abgebendes Bauteil ist und die Wandung der Vertiefung einen Parabolreflektor bildet, der das abgegebene Licht zum optischen Bauteil des Substrats hin bündelt. Elektro-optische Bauteile, die das Licht ohne eine Vorzugsrichtung abstrahlen, sind insbesondere LED-Chips. Das von dem LED-Chip abgegebene Licht, das außerhalb des Akzeptanzwinkels eines ihm zugeordneten optischen Bauteils abgestrahlt wird, ginge verloren, wenn nicht beispielsweise der Parabolreflektor zur Strahlformung verwendet wird. Ein solcher Parabolreflektor ersetzt eine Sammellinse, die alternativ eingesetzt werden könnte, jedoch einen sehr viel höheren Herstellungsaufwand bedeutet. Die reflektierende Schicht des Parabolreflektors kann auf besonders einfache Weise von der Metallisierung gebildet werden, die auf die Leiterplatte aufgebracht wird, um auch die Leiterbahnen auszubilden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen beschrieben, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. In diesen zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Schnittansicht eine Baugruppe gemäß einer ersten Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen Leiterplatte;

Fig. 2 in einer Draufsicht die Leiterplatte von Fig. 1 vor dem Bestücken mit dem elektro-optischen Bauteil;

Fig. 3 in einer Schnittansicht entlang der Linie III-III von Fig. 2 die Leiterplatte von Fig. 2 nach dem Bestücken mit einem elektro-optischen Bauteil;

Fig. 4 in einer Draufsicht ein Siliziummasterteil, das zur Herstellung eines Leiterplatten-Rohlings für die Leiterplatte von Fig. 2 verwendet wird;

Fig. 5 in einer Schnittansicht entlang der Linie V-V von Fig. 4 das Siliziummasterteil von Fig. 4;

Fig. 6 in einer Schnittansicht entsprechend der Ebene V-V von Fig. 4 ein Nickel-Werkstück, das durch Abformen des Siliziummasterteils von Fig. 5 erhalten wurde;

Fig. 7 in einer schematischen Draufsicht eine Vertiefung, die zur Aufnahme eines elektro-optischen Bauteils in einer Leiterplatte verwendet werden kann;

Fig. 8 eine Schnittansicht entlang der Linie VIII-VIII von Fig. 12;

Fig. 9 in einer schematischen Schnittansicht eine Baugruppe gemäß einer zweiten Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen Leiterplatte;

Fig. 10 in einer schematischen Schnittansicht eine Baugruppe gemäß einer dritten Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen Leiterplatte;

Fig. 11 in einer schematischen Schnittansicht eine Baugruppe gemäß einer vierten Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen Leiterplatte;

Fig. 12 in einer schematischen Schnittansicht eine erfindungsgemäße Leiterplatte für eine Baugruppe gemäß einer fünften Ausführungsform;

Fig. 13a in einer schematischen Schnittansicht eine Baugruppe gemäß einer sechsten Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen Leiterplatte;

Fig. 13b in einer Draufsicht die Baugruppe von Fig. 13a;

Fig. 14 in einer schematischen Schnittansicht einen ersten Schritt zum Anordnen des elektro-optischen Bauteils in einer Vertiefung der Leiterplatte;

Fig. 15 in einer schematischen Schnittansicht einen zweiten Schritt zum Anordnen des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung der Leiterplatte; und

Fig. 16 in einer schematischen Schnittansicht einen alternativen zweiten Schritt zum Anordnen des elektro-optischen Bauteils in einer Vertiefung der Leiterplatte.

In Fig. 1 ist schematisch eine Baugruppe gezeigt, anhand derer die erfindungsgemäße Leiterplatte und das Verfahren zu ihrer Herstellung beschrieben werden. Die Baugruppe besteht aus einer Leiterplatte 10 und zwei optischen Bauteilen, hier einem Spiegel 54 und einem Wellenleiter 56, die an einem Substrat 50 ausgebildet sind.

Die Leiterplatte 10 (siehe auch die Fig. 2 und 3) wird bevorzugt in einem Abformverfahren, insbesondere in Spritzgußtechnik, hergestellt. Auf diese Weise wird auf der Oberfläche der Leiterplatte eine Justiergestaltung 12 abgeformt, die hier aus einem erhabenen Justierkreuz besteht. Ferner wird in ihrer Oberfläche eine Vertiefung 14 abgeformt, die zur Aufnahme eines elektro-optischen Bauteils 16 dient. Das elektro-optische Bauteil kann insbesondere ein elektro-optischer Chip sein, beispielsweise eine Laserdiode, eine LED, ein VCSEL-Chip oder ein Photodetektor. Sowohl das Justierkreuz 12 als auch die Vertiefung 14 sind hinsichtlich ihrer geometrischen Form als auch ihrer Anordnung relativ zueinander präzise mikrostrukturiert. Dies bedeutet, daß eine gewünschte Geometrie mit einer sehr hohen Genauigkeit in der Größenordnung von 1 µm eingehalten wird.

Auf der Oberfläche der Leiterplatte 10 werden weiterhin zwei Nuten 18 abgeformt, die später zur Ausbildung von Leiterbahnen dienen. An einem Ende der Nuten 18 sind Bohrungen 20 zur Aufnahme von Kontaktstiften 22 vorgesehen.

Um ausgehend von dem in Fig. 2 gezeigten Leiterplatten-Rohling 10' eine fertige Leiterplatte zu erhalten, muß die Oberfläche des Leiterplatten-Rohlings 10' in den gewünschten Bereichen mit einer Metallisierung versehen werden. Zu diesem Zweck wird der Rohling zuerst plasmagereinigt, und anschließend wird die Oberfläche durch ein chemisches Verfahren oder ein Vakuumaufdampfverfahren metallisiert. Die auf diese Weise auf der Oberfläche ausgebildete Metallisierung ist sehr dünn, so daß sie problemlos auf allen hochstehenden Bereichen, also allen Bereichen abgesehen von der Vertiefung 14 und den Gräben 18, abpoliert oder abgeschliffen werden kann. Anschließend wird die dünne Metallschicht durch ein chemisches oder ein galvanisches Verfahren verstärkt, wobei vorher die Kontaktstifte 22 in den Bohrungen 20 angeordnet wurden. Auf diese Weise wird in jeder Nut 18 eine Leiterbahn 24 ausgebildet, die mit dem entsprechenden Kontaktstift 22 in elektrischer Verbindung steht.

Zusätzlich kann am Boden der Vertiefung 14 eine Metallschicht 26 ausgebildet werden, die als Kühlkörper für das später in die Vertiefung 14 eingesetzte elektro-optische Bauteil dient. Der Kühlkörper erstreckt sich in einen Ansatz 14a der Vertiefung hinein, so daß eine größere Fläche für die Kühlwirkung zur Verfügung steht. Für die Wirkung als Kühlkörper ist es erforderlich, die Metallschicht mit einer größeren Dicke auszuführen als für die Bildung der Leiterbahnen 24. Zu diesem Zweck können unterschiedliche Spannungen an die Metallisierungen in den Nuten 18 bzw. am Boden der Vertiefung 14 angelegt werden, um unterschiedliche Materialmengen dort abzuschneiden.

Abschließend wird das elektro-optische Bauteil 16 in die Vertiefung 14 eingesetzt und durch je einen Bonddraht 28 mit den beiden Leiterbahnen 24 verbunden. Es ist auch möglich, den elektrischen Anschluß durch Leitkleben zu erhalten.

Alternativ kann auch der Kühlkörper 26 als ein elektrischer Anschluß des elektro-optischen Bauteils 16 verwendet werden. In diesem Fall wird die Unterseite des Bauteils 16 mit dem Kühlkörper 26 durch Verlöten oder Leitkleben elektrisch leitend verbunden. Dann ist nur ein Bonddraht 18 erforderlich, um den zweiten Anschluß des elektro-optischen Bauteils über eine der Leiterbahnen 18 auszubilden.

Unabhängig von der Art des elektrischen Anschlusses des elektro-optischen Bauteils muß eine gut wärmeleitende Verbindung mit dem Kühlkörper 26 gewährleistet werden.

Das elektro-optische Bauteil 16 ist nun präzise relativ zum Justierkreuz 12 angeordnet.

Soll auf der Leiterplatte auch eine elektrische Signalverarbeitung vorgenommen werden, können in gleicher Weise zusätzlich Halbleiterchips mit rein elektronischer Funktion wie Treiber oder Vorverstärker und andere Elektronikkomponenten eingesetzt und angeschlossen werden. Für rein elektronische Chips ist es allerdings nicht erforderlich, diese mit der Genauigkeit relativ zum Justierelement anzuordnen, mit der der elektro-optische Chip angeordnet wurde.

Am Substrat 50 ist eine Positioniergestaltung 52 ausgebildet, die aus einer zur Justiergestaltung 12 der Leiterplatte inversen geometrischen Struktur besteht, hier also aus einem vertieft ausgebildeten Justierkreuz. Das Substrat 50 ist ferner mit den beiden oben kurz angesprochenen optischen Bauteilen Spiegel 54 und Wellenleiter 56 versehen. Der Wellenleiter kann durch bekannte Verfahren der Mikrostrukturtechnik ausgebildet werden, und der Spiegel 54 kann von einer auf eine geeignete Fläche des Substrates aufgetragenen Metallisierung gebildet sein.

Die Positioniergestaltung 52 ist in gleicher Weise wie die Justiergestaltung 12 mikrostrukturiert, und die beiden optischen Bauteile 54 und 56 des Substrats sind relativ zur Positioniergestaltung präzise angeordnet.

Die Baugruppe wird dann erhalten, indem die Leiterplatte 10 und das Substrat 50 zusammengefügt werden. Dabei kommt es aufgrund eines Eingreifens von Justiergestaltung 12 und Positioniergestaltung 52 ineinander zu einer präzisen Ausrichtung von Leiterplatte und Substrat und somit der an diesen angebrachten Bauteile relativ zueinander. Das elektro-optische Bauteil 16 der Leiterplatte befindet sich somit in der Stellung, die für eine optische Kopplung mit dem Spiegel 54 und dem Wellenleiter 56 erforderlich ist. Dies ist durch einen schematisch dargestellten Strahlengang 60 angedeutet.

Abschließend werden die Leiterplatte 10 und das Substrat 50 miteinander verbunden. Dies kann beispielsweise durch Verlöten erfolgen, wobei dazu vorteilhafterweise metallisierte Bereiche an der Leiterplatte 10 und dem Substrat 50 verwendet werden. Vorzugsweise werden die Leiterplatte und das Substrat miteinander verklebt, wobei bei geeigneter

Wahl des Klebstoffs der Freiraum zwischen dem elektro-optischen Bauteil der Leiterplatte und dem optischen Bauteil des Substrates im Bereich des Strahlengangs zwischen den beiden Bauteilen vollständig mit einem hochtransparenten Klebstoff ausgefüllt werden kann, um die optische Kopplung zu verbessern.

Da der in Fig. 2 gezeigte Leiterplatten-Rohling 10' gleichzeitig erhabene und vertiefte Strukturen trägt, kann das Werkzeug zu seiner Herstellung nicht durch die auf dem Gebiet der integrierten Optik weit verbreitete Mikrostrukturtechnik hergestellt werden, da diese in der Regel keinen Materialauftrag ermöglicht. Es muß daher auf die Technik des galvanischen Umkopierens zurückgegriffen werden, mit der erhabene und vertiefte Strukturen ausgebildet werden können. Zusätzlich besteht das Problem, die Vertiefung 14 in der Leiterplatte mit senkrechten Wänden ausbilden zu müssen. Dies ist mit den meisten verfügbaren Technologien nicht machbar, abgesehen vom LIGA-Verfahren, was jedoch sehr teuer ist.

In den Fig. 4 bis 6 ist dargestellt, wie das Werkzeug zum Abformen des Leiterplatten-Rohlings erhalten werden kann. In Fig. 4 ist ein Siliziummasterteil 10" gezeigt, dessen zum Leiterplatten-Rohling 10' inverse Oberfläche mit Mitteln der Silizium-Mikromechanik ausgebildet wurde. Das auf dem Leiterplatten-Rohling 10' erhaben ausgebildete Justierkreuz 12 wird als vertieftes Justierkreuz 12" ausgebildet (durch KOH-Ätzung), und die am Leiterplatten-Rohling 10' vertieft ausgebildeten Nuten 18 für die Leiterbahnen werden lokal erhaben ausgebildet, indem die außenliegenden Randbereiche der vertieften Strukturen durch RIE-Abätzung entfernt werden. In der Schnittansicht entlang der Ebene V-V von Fig. 4 ist daher zu sehen, daß die außenliegenden Randbereiche der am Leiterplatten-Rohling 10' auszubildenden Vertiefung 14 weggeätzt wurden, so daß die später der Vertiefung 14 entsprechenden Bereiche 14" erhaben erscheinen, und zwar gegenüber der lokalen Umgebung.

Das Siliziummasterteil 10" wird nun galvanisch einfach (oder ungeradzahlig oft) umkopiert, so daß das in Fig. 6 gezeigte Werkzeug 10" aus Nickel entsteht, das erster, dritter, ... Generation ist. Dieses Werkzeug kann nun mit einer NC-Bohr- und Fräsmaschine in der gewünschten Weise strukturiert werden. In den Fig. 7 und 8 ist ein Beispiel für die Vertiefung 14 zur Aufnahme des elektro-optischen Bauteils gezeigt. Die Vertiefung 14 wird durch eine große Aufnahmebohrung gebildet, die als Fräsbohrung mit gerader Bodenfläche bis zu einem Durchmesser von ca. 300 µm derzeit technisch realisierbar ist. Die auf diese Weise gebildete zylindrische Wandung 14' hat einen Durchmesser, der kleiner ist als eine Diagonale des elektro-optischen Bauteils, das später in der Vertiefung 14 aufgenommen werden soll. An den Stellen, an denen später die Ecken des elektro-optischen Bauteils zu liegen kommen, wird jeweils eine Justierbohrung mit einem Durchmesser ausgebildet, der kleiner ist als der Durchmesser der Aufnahmebohrung und insbesondere Wert von unter 100 µm haben kann. Die Justierbohrungen und die Aufnahmebohrung überlappen sich, so daß sich auch die Wandungen 14" der Justierbohrungen mit der Wandung 14' der Aufnahmebohrungen schneiden. Die dabei entstehenden, insgesamt acht Schnittkanten dienen zur präzisen Ausrichtung des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung 14, indem jeweils zwei Schnittkanten auf der einen und der anderen Seite jeder Ecke des elektro-optischen Bauteils angreifen.

In Fig. 8 ist sehr gut die ebene Grundfläche zu sehen, die auf diese Weise ausgebildet wird und später zur präzisen Anordnung des elektro-optischen Bauteils in der Vertiefung dient. In Fig. 7 sind mit dem Bezugszeichen 16' die Ränder des in der Vertiefung 14 aufgenommenen Bauteils angedeu-

tet. Hier ist beispielhaft ein Bauteil mit quadratischer Grundfläche gezeigt; in gleiche Weise könnte auch ein Bauteil mit allgemein rechteckiger Grundfläche verwendet werden. In diesem Fall müßte nur die Aufnahmebohrung mit einer langlochähnlichen Form ausgebildet werden.

In Fig. 9 ist eine zweite Ausführungsform einer Baugruppe gezeigt, bei der eine erfindungsgemäße Leiterplatte eingesetzt wird. Hier werden zwei Substrate 50 verwendet, wobei eines einen Spiegel 54 und das andere einen Wellenleiter 56 trägt. Jedes Substrat ist mit einer Positionierungsgestaltung 52 versehen, so daß die beiden optischen Bauteile 54, 56 optimal ausgerichtet werden und das elektro-optische Bauteil 16 durch Stirnflächenkopplung über den Spiegel 54 mit dem Wellenleiter 56 verbunden wird.

In Fig. 10 ist eine dritte Ausführungsform einer Baugruppe gezeigt, bei der eine erfindungsgemäße Leiterplatte verwendet wird. Hier wird als optisches Bauteil zum einen ein Spiegel 54 eingesetzt, der durch eine metallisierte Fläche des Substrates 50 gebildet ist. Da es sich bei dieser Ausführungsform beim Substrat 50 um kein integriert-optisches Substrat handelt, kann das Substrat 50 beispielsweise als Spritzgußteil mit der erforderlichen Präzision hergestellt werden.

Zum anderen wird als optisches Bauteil eine Lichtleitfaser 58 eingesetzt, die über den Spiegel 54 mit dem elektro-optischen Bauteil 16 durch Stirnflächenkopplung gekoppelt ist. Die Lichtleitfaser 58 ist in einer Führungsnut in der Leiterplatte aufgenommen. Dabei dient die Führungsnut als Justiergestaltung, und die Außenkontur der Lichtleitfaser 58 dient als Positionierungsgestaltung, die im Zusammenwirken mit der Justiergestaltung die Lichtleitfaser relativ zum Spiegel 54 und dem elektro-optischen Bauteil 16 präzise ausrichtet.

In Fig. 11 ist eine vierte Ausführungsform einer Baugruppe gezeigt, bei der eine erfindungsgemäße Leiterplatte verwendet wird. Bei dieser Ausführungsform ist der Spiegel 54 am Substrat 50 als Hohlspiegel ausgebildet, so daß er zur Strahlformung verwendet werden kann. Dies ist dann vorteilhaft, wenn das verwendete elektro-optische Bauteil 16 Licht ohne Vorzugsrichtung senkrecht zur Oberfläche abstrahlt, wie dies beispielsweise bei einem LED-Chip der Fall ist. Die zur Herstellung des Spiegels 54 erforderliche gekrümmte Fläche am Substrat 50 kann beispielsweise durch Abformen in einem Spritzgußverfahren erzielt werden.

In Fig. 12 ist eine Leiterplatte für eine Baugruppe gemäß einer fünften Ausführungsform gezeigt, bei der eine erfindungsgemäße Leiterplatte eingesetzt wird. Bei dieser Ausführungsform wird zur Strahlformung ein parabolförmiger Reflektor 32 verwendet, der durch die geeignet geformte Wandung der Vertiefung 14 gebildet ist, in die das elektro-optische Bauteil 16 eingesetzt ist. Die parabolförmige Oberfläche kann leicht durch Verwendung eines entsprechend geschliffenen Fräasers zur Nachbearbeitung der Fräsbohrung erzielt werden, wie sie grundsätzlich aus den Fig. 7 und 8 bekannt ist. Die reflektierende Beschichtung des Reflektors 32 kann mittels der Metallisierung erzielt werden, die zur Herstellung der Leiterbahnen 24 aufgebracht wird. Zu beachten ist hierbei, daß die zum Anschließen des elektro-optischen Bauteils 26 verwendeten Bonddrähte 28 sorgfältig angeordnet werden müssen, um einen Kurzschluß zu verhindern. Auch bei dieser Ausführungsform ist das elektro-optische Bauteil 16 mit einem Kühlkörper 26 verklebt, der am Boden der Vertiefung 14 ausgebildet ist.

In den Fig. 13a und 13b ist eine Baugruppe gemäß einer sechsten Ausführungsform gezeigt, bei der eine erfindungsgemäße Leiterplatte verwendet wird. Bei dieser Ausführungsform ist in die Vertiefung 14 als elektro-optisches Bauteil eine Kantenemitter-Laserdiode 16 eingesetzt. Diese ist unmittelbar, also ohne dazwischengeschaltete Spiegel, etc.

mit dem optischen Bauteil gekoppelt, das hier als Lichtleitfaser 58 ausgestaltet ist. Als Justiergestaltung dient eine Führungsnut 12 mit V-förmigem Querschnitt. Als Positionierungsgestaltung dient die Außenkontur 52 der Lichtleitfaser 58, die mit der erforderlichen Präzision geformt ist, um die erforderliche Ausrichtung relativ zur Kantenemitter-LD zu erhalten.

In den Fig. 14 bis 16 sind Verfahrensschritte gezeigt, wie das elektro-optische Bauteil 16 sicher und zuverlässig in der Vertiefung 14 der Leiterplatte 10 aufgenommen werden kann. In Fig. 14 sind die Leiterplatte 10 und das elektro-optische Bauteil 16 im Ausgangszustand gezeigt. Die Abmessungen der Vertiefung 14 sind geringfügig kleiner als die Abmessungen des elektro-optischen Bauteils 16.

In Fig. 15 ist die Leiterplatte 10 von ihrer Ausgangstemperatur, die beispielsweise 20°C betragen kann, auf eine Temperatur von beispielsweise 100°C erwärmt. Die dabei auftretende Wärmeausdehnung sorgt dafür, daß die Abmessungen der Vertiefung 14 zunehmen, so daß das elektro-optische Bauteil nunmehr problemlos in die Vertiefung eingesetzt werden kann. Wenn die Leiterplatte 10 wieder auf ihre Ausgangstemperatur abgekühlt ist, haben sich aufgrund der dabei auftretenden Materialschrumpfung die Wände der Vertiefung 14 an das elektro-optische Bauteil 16 angelegt, so daß dieses mit einer Preßpassung zuverlässig in der Vertiefung 14 gehalten ist. Es sind somit keine weiteren Maßnahmen erforderlich, um das elektro-optische Bauteil an der Leiterplatte 10 zu befestigen.

In Fig. 16 ist die Leiterplatte in einem geringfügig gebogenen Zustand gezeigt. Dabei weitet sich die Vertiefung 14 auf, so daß das elektro-optische Bauteil 16 nunmehr in diese eingesetzt werden kann.

Nachdem die Leiterplatte 10 elastisch in ihren Ausgangszustand zurückgekehrt ist, ist das elektro-optische Bauteil 16 durch eine Preßpassung in der Vertiefung 14 gehalten. Diese Art der Anbringung ist jedoch nur dann geeignet, wenn die Leiterplatte 10 eine ausreichende Elastizität aufweist.

Gemäß einer nicht gezeigten Weiterbildung ist es möglich, das Substrat als Stecker auszubilden, der die optischen Bauteile beispielsweise in der Form von Lichtleitfasern trägt und auf die geeignet strukturierte Leiterplatte aufgesteckt werden kann.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß auf der Fläche der Leiterplatte zusätzlich zu den Justiergestaltung weitere Raststrukturen für unterschiedliche Bauteile vorgesehen sein können, beispielsweise V-förmige Nuten, so daß auf der Leiterplatte der präzise Aufbau von stoßgekoppelten integriert-optischen Bauteilen, von Faser- und Faserbündchensteckern oder von Faser- und Faserbündchen möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte mittels der folgenden Schritte:
 - es wird in einem Abformverfahren ein Leiterplatten-Rohling (10') bereitgestellt, der an seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut (18) versehen ist;
 - die Oberfläche des Leiterplatten-Rohlings wird mit einer dünnen Metallisierung versehen;
 - die Metallisierung der Oberfläche wird abgetragen, so daß sie nur in der Nut übrigbleibt;
 - die dünne Metallisierung wird verstärkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abtragen der dünnen Metallisierung durch Abschleifen erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß das Abtragen der dünnen Metallisierung durch Abpolieren erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Abtragen verbleibende dünne Metallisierung chemisch verstärkt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Abtragen verbleibende dünne Metallisierung galvanisch verstärkt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an unterschiedliche Bereiche der dünnen Metallisierung unterschiedliche Spannungen angelegt werden, so daß sich unterschiedliche Dicken der verstärkten Metallisierung ergeben.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterplatten-Rohling im Abformverfahren mit einer dreidimensionalen, mikrostrukturierten Justiergestaltung (12) versehen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte mit einer Vertiefung (14) zur Aufnahme eines elektro-optischen Bauteils versehen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte erwärmt und in der Vertiefung (14) ein elektro-optisches Bauteil angeordnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (10) derart gebogen wird, daß sich die Vertiefung (14) nach außen erweitert, und daß in der Vertiefung (14) ein elektro-optisches Bauteil (16) angeordnet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterplatten-Rohling (10') spritzgegossen wird.

12. Leiterplatte, insbesondere hergestellt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bestehend aus einem Abformteil, das auf seiner Oberfläche mit mindestens einer Nut (18) versehen ist, in der eine Leiterbahn (24) angeordnet ist, die aus einer Metallisierung besteht.

13. Leiterplatte nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte mit einer mikrostrukturierten Vertiefung (14) versehen ist, in der ein elektro-optisches Bauteil (16) angeordnet ist, das an die Leiterbahn (24) angeschlossen ist.

14. Leiterplatte nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß am Boden der Vertiefung (14) ein Kühlkörper (26) angeordnet ist.

15. Leiterplatte nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (26) elektrisch leitend ist und mit dem elektro-optischen Bauteil (16) in elektrischer leitender Verbindung steht, so daß er als Anschluß für das elektro-optische Bauteil (16) dient.

16. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Preßpassung zwischen dem elektro-optischen Bauteil (16) und der Vertiefung (14) der Leiterplatte vorliegt.

17. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das elektro-optische Bauteil (16) eine rechteckige Grundfläche hat und die Vertiefung durch eine kreisförmige Aufnahmebohrung (14') gebildet ist, deren Abmessungen kleiner sind als die Diagonalen der Grundfläche, und daß vier Justierbohrungen (14'') vorgesehen sind, die den Ecken des elektro-optischen Bauteils (16) zugeordnet sind und deren Schnittkanten mit der Wandung der Aufnahmebohrung zur präzisen Ausrichtung des elektro-optischen Bauteils (16) dienen.

18. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das elektro-optische Bauteil (16) ein Licht ohne Vorzugsrichtung senkrecht zur Oberfläche abgebendes Bauteil ist und die Wandung der Vertiefung einen Parabolreflektor (32) bildet, der das abgegebene Licht zum optischen Bauteil (54, 56, 58) hin bündelt. 5

19. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine dreidimensionale, mikrostrukturierte Justiergestaltung (12) vorgesehen ist, die relativ zur Aufnahme präzise angeordnet ist. 10

20. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Kontaktstift (22) vorgesehen ist, der mit der Leiterbahn (24) elektrisch leitend verbunden ist. 15

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

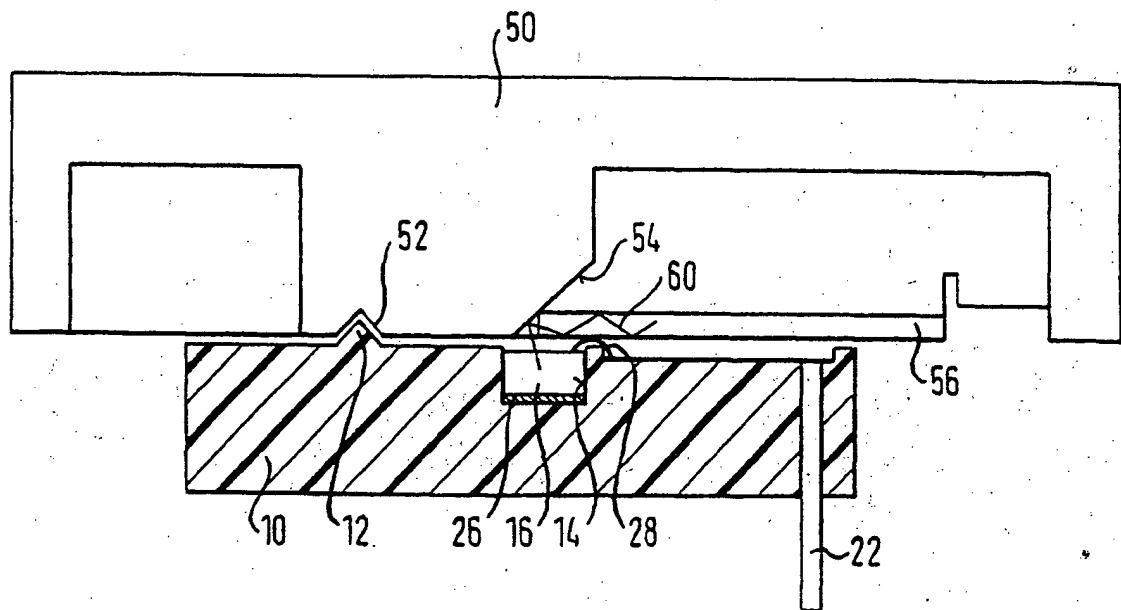


Fig. 2

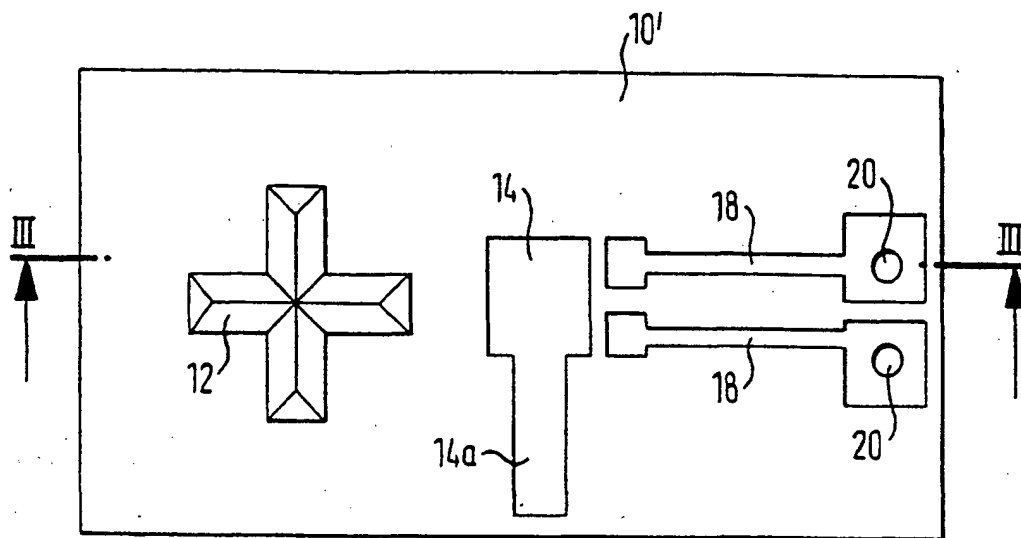


Fig. 3

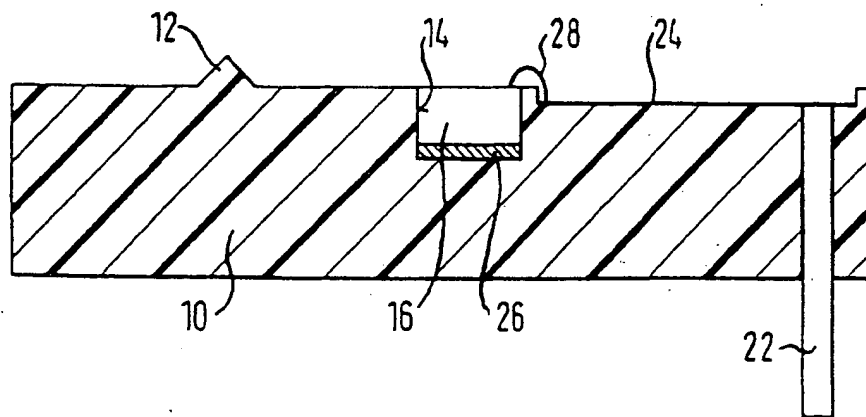


Fig. 4

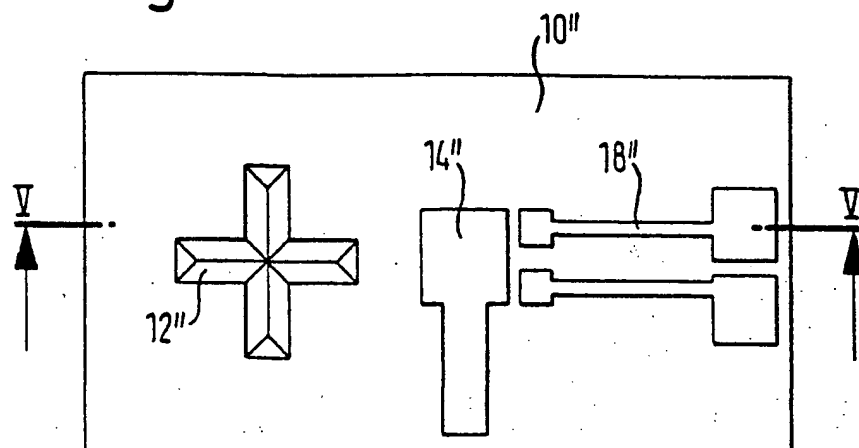


Fig. 5

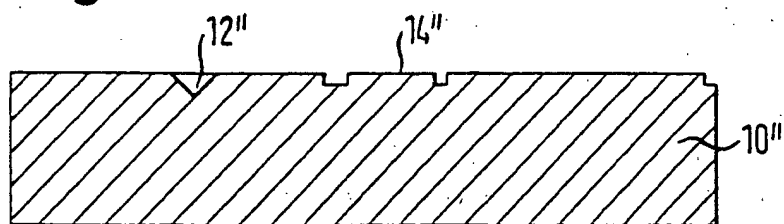


Fig. 6

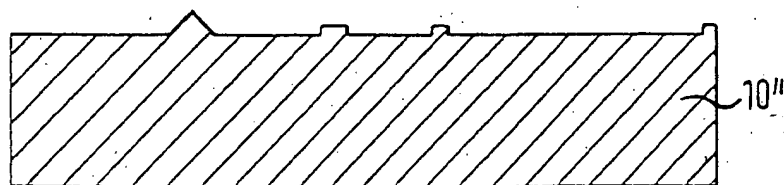


Fig. 7

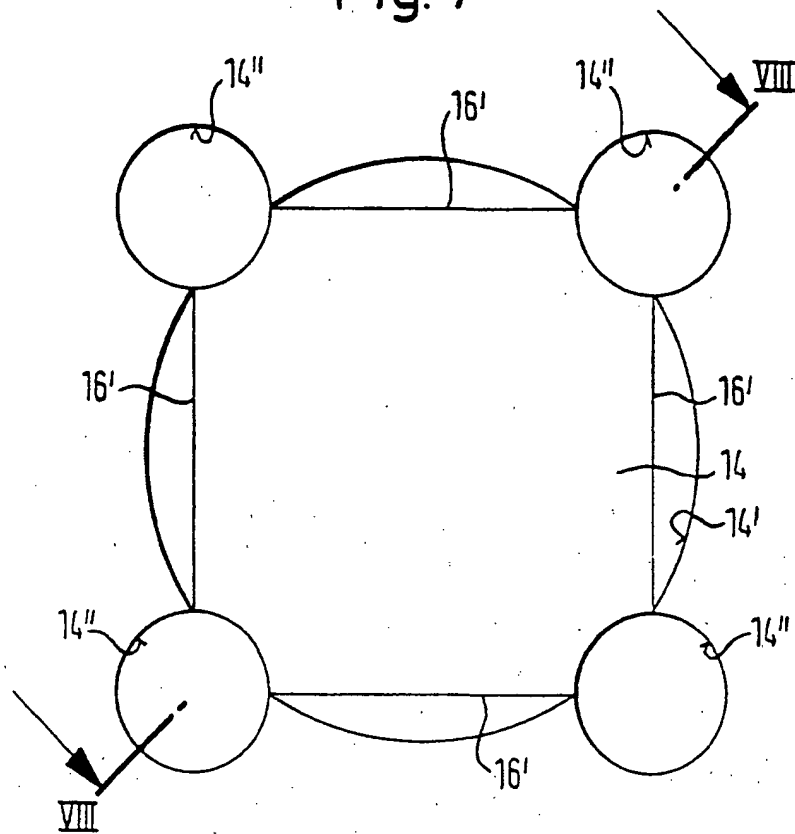


Fig. 8

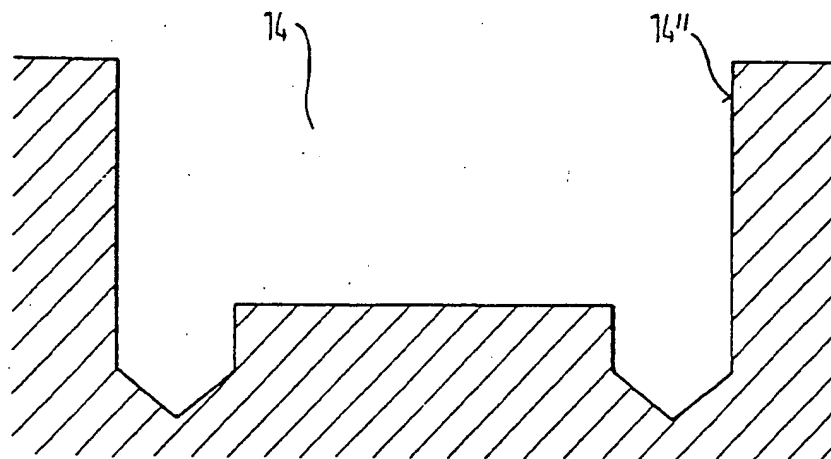


Fig. 9

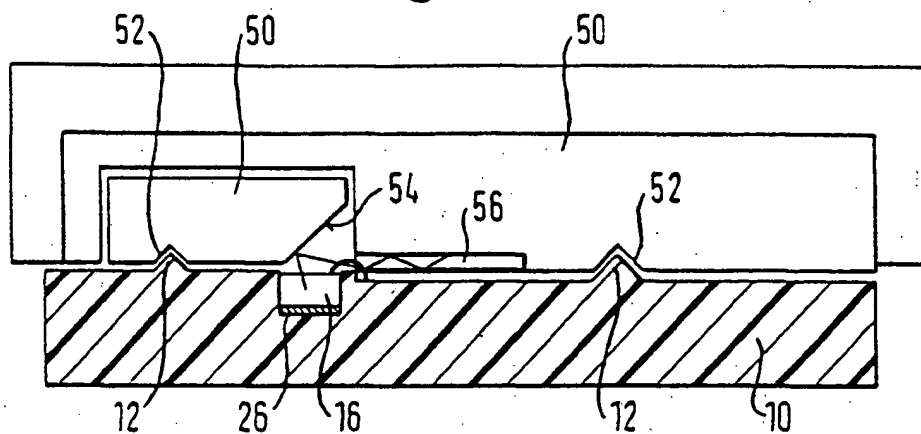


Fig. 10

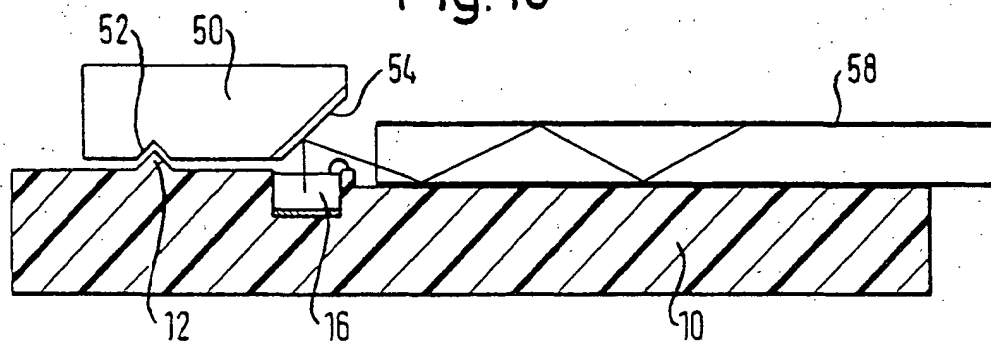


Fig. 11

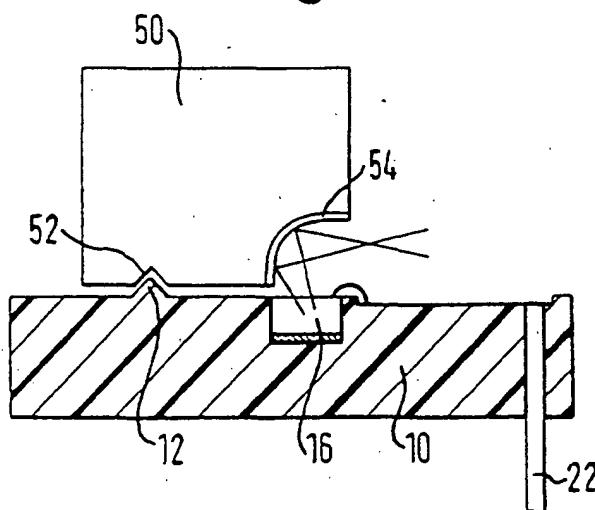


Fig. 12

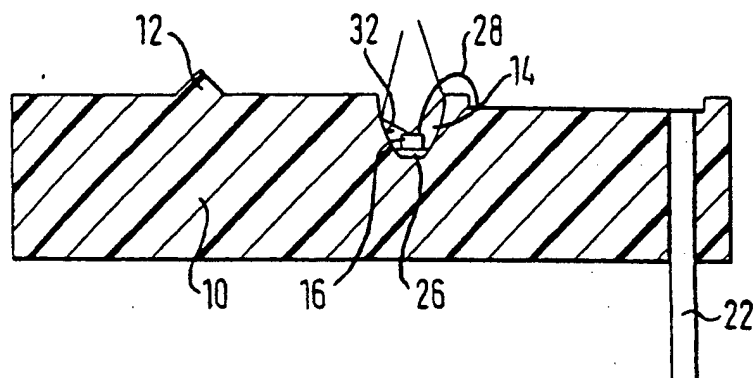


Fig. 13a

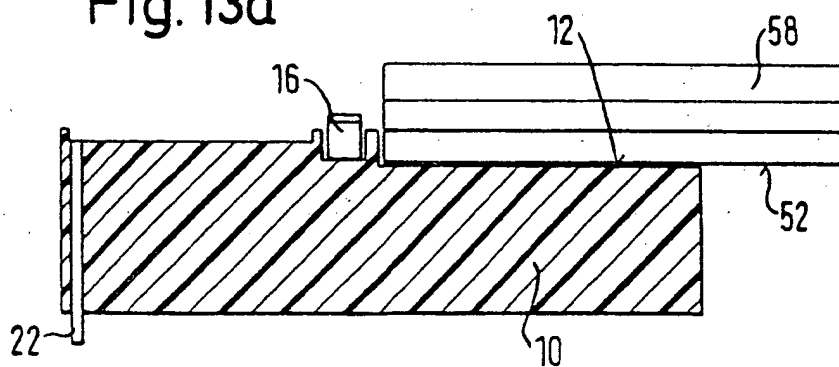


Fig. 13b

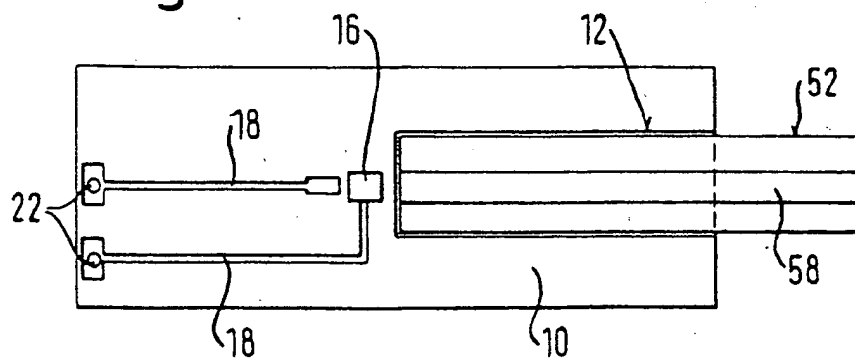


Fig. 14

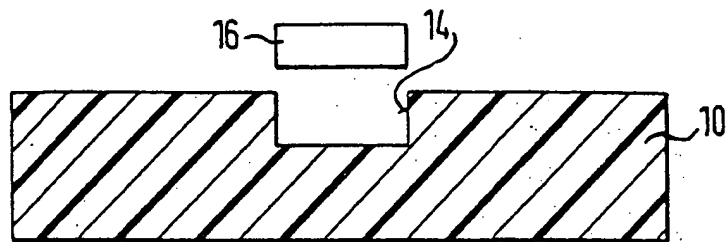


Fig. 15

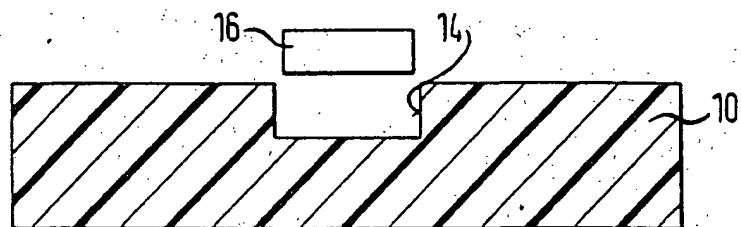


Fig. 16

